

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.

Japanese Patent Publication No. 13666/1976

Publication Date: May 1, 1976

Application No. 98257/1971

Application Date: December 3, 1971

Laid-Open No. 11737/1972

Laid-Open Date: June 10, 1972

Convention Priority: December 4, 1970

Swiss Confederation

No. 17937/70

Inventors: Wolfgang Helfrich et al.

Applicants: F. Hoffman-La Roche & Co.

Aktiengesellschaft,

BBC Aktiengesellschaft Brown, Boveri & Cie

Title of the Invention:

OPTICAL CELL AND POLARIZATION CONTROL METHOD

Claims:

1. An electro-optical device, wherein liquid crystal is arranged between two plates, the liquid crystal essentially comprises a substance exhibiting a nematic phase and positive anisotropy of dielectric constant and has a helical structure in the direction perpendicular to the plates, each of the plates has a surface structure exerting an orientation effect on molecules of the liquid crystal adjacent to the plate, means for applying an electric field to the liquid crystal is included, one polarizer is arranged before the liquid crystal as observed

from the side of incident light, and another polarizer is arranged behind the liquid crystal.

2. An electro-optical device, wherein liquid crystal is arranged between two plates and essentially comprises a substance exhibiting a nematic phase and positive anisotropy of dielectric constant, an optically active substance applying a helical structure in the direction perpendicular to the plates is added to the liquid crystal, each of the plates has a surface structure exerting an orientation effect on molecules of the liquid crystal adjacent to the plate, means for applying an electric field to the liquid crystal is further included, one polarizer is arranged before the liquid crystal as observed from the side of incident light, and another polarizer is arranged behind the liquid crystal.

Detailed Description of the Invention

[0001]

The present invention relates to an optical cell including liquid crystal arranged between two plates, and more particularly to an optical cell whose optical activity can be controlled by an electric field or a magnetic field.

[0002]

Several well-known optical devices use a "dynamic scattering effect" (D.S.) (for example, refer to UK Patent No. 1167486). The well-known device essentially includes a capacitor having dielectric comprising a transparent plate and

a nematic material. A current flows through the capacitor and moving charge carriers thereof generate turbulent flow in the nematic material. Since the nematic material has optical anisotropy, light which passes through the transparent capacitor plate and then reaches the liquid crystal is scattered by the turbulent flow, so that the transparency and/or reflectance of the cell varies.

[0003]

The optical cell using the "dynamic scattering effect" cannot be used when a demand regarding the optical uniformity of the cell indicates a high level. Because problems occur due to the turbulent flow in the liquid crystal in this case. Furthermore, as another drawback, the coherence and polarization of incident light are disturbed by the scattering. Consequently, for example, laser light cannot be modulated by the D.S. cell without losing the coherence and polarizing properties in some cases. A critical voltage in the D.S. cell is equal to about 6V, namely, relatively high and a voltage at which light scattering becomes saturated is equal to about 20V, namely, relatively high. Such facts become drawbacks in many applications in which it is necessary that a power supply component is small in a case of, for example, battery operation. Finally, the life is naturally closely dependent on ion transport in the nematic material (namely, the life is reduced in proportion to the magnitude of the electric current flowing

through the cell).

[0004]

It is an object of the invention to avoid the above-mentioned drawbacks. Accordingly, it is an object of the invention to obtain an optical cell which is optically uniform and in which the coherence and polarization of incident light is reserved.

[0005]

According to the invention, there is provided an optical cell which includes liquid crystal arranged between two plates and whose optical activity can be controlled by an electric field or a magnetic field, wherein at least one of the plates is transparent, the liquid crystal has a helical structure in the direction perpendicular to the plates, and the surface of the plate facing the liquid crystal is aligned with wall orientation.

[0006]

The "wall orientation" of the plate denotes a surface state exerting the orientation on molecules adjacent to the plate, namely, a boundary layer of the liquid crystal. The molecules in the boundary layer are aligned in parallel to the wall orientation. The wall orientation is obtained by rubbing the surface of the plate with, for example, compressed cotton.

[0007]

The liquid crystal is made of, e.g., a nematic compound.

The nematic liquid crystal has a parallel structure. In other words, when it is not influenced, the molecules are substantially aligned with a preferred orientation in which they are parallel to each other.

[0008]

When the nematic liquid crystal is disposed between the two plates having the same wall orientation, it is assumed that the crystal structure thereof is aligned with the preferred orientation parallel to the wall orientation. When the two plates are rotated so as to be displaced from each other, the boundary layers adjacent to the respective plates are adhered to the surfaces of the respective plates. Consequently, the orientation of the nematic molecules arranged in the middle portion between the boundary layers is successively transited from one of the wall orientations to the other orientation. Accordingly, the nematic molecules have the helical orientation along an arbitrary line perpendicular to the plates.

[0009]

The above type helical structure can also be obtained by adding a small amount of a cholesteric liquid crystal substance or other optically active substance to the nematic liquid crystal. The cholesteric liquid crystal has a helical structure even when it is not influenced. When the cholesteric liquid crystal is added to the nematic liquid crystal, the cholesteric liquid crystal "induces" the helical structure into

the nematic liquid crystal. The wall orientation or an adhesive force caused whereby fixes the helical structure on the surface of the plates.

[0010]

The liquid crystal having the helical structure has optical activity. In other words, the polarizing direction of plane-polarized light passing through the liquid crystal varies in accordance with a spiral in the helical liquid crystal structure.

[0011]

The optical activity of the liquid crystal having positive anisotropy of dielectric constant can be controlled by the electric field. When an enough strong electric field is generated in the liquid crystal in the helical axial direction (namely, the direction perpendicular to the plates), the molecules other than those in the adhesive boundary layers are aligned in parallel to the electric field. Consequently, the helical structure is destroyed, so that the optical activity disappears. When the electric field is eliminated, the preceding structure is recovered.

[0012]

To easily understand the invention, embodiments of the invention will now be described in detail with reference to the drawings.

[0013]

Fig. 1 schematically shows the orientations of various kinds of layers in liquid crystal having the helical structure. The helical structure is made due to the wall directions of two plates (not shown) sandwiching liquid crystal therebetween. Alternatively, the helical structure is induced by adding a cholesteric compound. A boundary layer 1 is aligned in the y direction. A boundary layer 2 is aligned in the z direction. As to a plane 3 that is arbitrarily set between both the boundary layers, owing to the distance from the boundary layers, the orientation of the plane is set at an angle between the y direction and the z direction.

[0014]

Fig. 2 shows an electro-optical device, which includes a polarizer 12, an analyzer 13 arranged in parallel to the polarizer 12, and an electro-optical cell 11 disposed therebetween, for successively controlling transmission. The cell 11 is a planar capacitor and includes a dielectric substance 16 disposed between two parallel plates or electrodes 14 and 15 arranged at a distance.

[0015]

The dielectric substance 16 comprises nematic liquid crystal having positive anisotropy of dielectric constant (namely, the dielectric constant along the longitudinal axis of the molecule is larger than that in the direction perpendicular thereto: $\epsilon_{11} > \epsilon_{\perp}$).

[0016]

Each of the electrodes 14 and 15 comprises a glass plate. The surface of glass adjacent to the liquid crystal is coated with SnO_2 . The SnO_2 surface is subjected to a treatment so that the liquid crystal molecules in the boundary layers are aligned with the preferred orientation in which the longitudinal axis of each molecule is parallel to the electrode surface.

[0017]

In the formation of the cell 11, when the preferred orientations of the electrodes 14 and 15 are rotated so as to be displaced from each other, the liquid crystal molecules in the boundary layers are aligned with the preferred orientation of the electrodes, and nematic molecules between the boundary layers are aligned so that successive transition is made from the preferred orientation in the boundary layer of the electrode 14 to the preferred orientation in the boundary layer of the electrode 15. The liquid crystal molecules are aligned helically along an arbitrary line perpendicular to the electrodes.

[0018]

For example, the polarizing direction of plane-polarized light that passes through the electrode 14 to be polarized in parallel to the preferred orientation of the electrode 14 is changed in accordance with the orientation of the nematic molecules. When the light passes through the electrode 15 and

then goes out of the cell 11, the polarizing direction matches the preferred orientation of the electrode 15. When the preferred orientations of the electrodes 14 and 15 are rotated so as to be displaced at 90° with respect to each other (the wall orientations cross each other), the polarizing direction of the incident light is rotated by 90° .

[0019]

Since the cell 11 is arranged between the polarizer 12 and the analyzer 13, the preferred orientation of the electrode 14 adjacent to the polarizer 12 is parallel to the polarizing direction of the polarizer 12. Accordingly, when the wall orientations in the cell cross each other, the preferred orientation of the electrode 15 is perpendicular to the polarizing direction of the analyzer 13. Accordingly, light, which passes from a light source 17 to the polarizer 12, is polarized in the direction of the z coordinate shown in the diagram and then passes through the electrode 14 to enter the liquid crystal 16. When the light passes through the liquid crystal, the light is successively rotated in the y direction and then goes out of the cell 11 through the electrode 15. The light does not pass through the analyzer 15 which is aligned in the z direction. Consequently, an observer 18 cannot see any light from the light source 17.

[0020]

On the other hand, when the analyzer 18 is rotate at 90°

with respect to the polarizer 12, the light from the light source 17 reaches the observer 18.

[0021]

When a voltage is applied to the electrodes 14 and 15, namely, when the electric field perpendicular to the electrodes is formed in the liquid crystal, since $\epsilon_{11} > \epsilon_{\perp}$, torque affects the nematic molecules to move the longitudinal axis of the molecule in the direction toward the electric field. When the voltage applied to the electrode is increased, the orientation is gradually close to the direction toward the vector of the electric field. When the voltage is enough high, finally, the orientation is actually parallel to the electric field vector. Simultaneously, the helical structure disappears and the optical activity of the liquid crystal also disappears actually. In this case, the polarized light, which passes through the electrode 14 and then enters the cell 11, leaves the cell 11 without a change in the polarizing direction. After the voltage is eliminated, the helical structure of the liquid crystal is recovered due to the wall orientation.

[0022]

Fig. 4 shows a rotation angle depending on the applied voltage in a specific embodiment. When the voltage is not applied, the rotation angle is set to 90° . In a case where the voltage applied across the liquid crystal is increased, the rotation angle is not changed until the voltage reaches about

4V and, after that, when the voltage is equal to about 7V, the rotation angle is successively decreased until it substantially reaches 0° .

[0023]

When the voltage is applied to the electrodes of the device shown in Fig. 2 in which the polarization plane of the polarizer 12 is parallel to that of the analyzer 13, the polarized light is partially or completely transmitted owing to the intensity of the voltage. When the polarizer and the analyzer cross each other and the voltage is enough high, the light from a light source 19 does not reach the observer 18.

[0024]

Fig. 3 shows the dependence of light transmittance in the above-mentioned type device in which the polarizing direction of the polarizer is parallel to that of the analyzer on the voltage to be applied to the electrodes. It is understood that when the voltage is not applied, the transmittance is substantially zero. As the voltage is increased, the transmittance is initially held to about zero, and then, owing to polarization phenomenon, the voltage reaches a critical voltage. When the voltage exceeds the critical voltage, the transmittance is successively increased and then becomes saturated.

[0025]

The optical activity can be controlled by either a DC

voltage or an AC voltage. A method of a preferred operation depends on the application. When AC voltage operation is performed, the polarization phenomenon can be avoided, so that the critical voltage is especially low. The curve shown in Fig. 3 does not depend on a frequency lower than about 80 kHz.

[0026]

The liquid crystal used in the device is made of N(4'-ethoxy-benzylidene)-4-amino-benzonitrile (PEBAB). It is a matter of course that other arbitrary nematic substance having the positive anisotropy, namely, in which $\epsilon_{11} > \epsilon_{\perp}$ is used to derive substantially the same result. In the cell, the electrode plane has an area of about 4 cm². The thickness of liquid crystal is set to 10 to 100 μ .

[0027]

The following results, which are obtained by using the above-mentioned device, clearly exhibit the superiority to the corresponding electro-optical cell based on the "dynamic scattering effect" of the cell according to the embodiment of the invention.

[0028]

Since the polarization of the incident light is actually unchangeable, the cell to which the invention is applied is suitable for, e.g., modulation of laser light. The critical voltage at which the electro-optical effect is obtained is equal to about 1V in case of the AC voltage and is equal to about

2.5V in case of the DC voltage. The saturation voltage is equal to about 4V in both the cases of the DC voltage and the AC voltage. The voltage consumption in the direct current operation is extremely lower than that of the D.S. cell. Finally, the life is remarkably long because transporting charge carriers is slow.

[0029]

To obtain various useful effects, many design modifications can be made. For example, a device in which two polarizers are used and colored liquid crystal is used in the cell 11 can be formed. In the device, when a voltage is not applied, it is opaque. When the voltage is applied, it is transparent for one color alone. It is matter of course that the effects can be obtained in the reverse case. In a transitional region, there is a shade corresponding to a scale between black and the selected color.

[0030]

The cell 11 can also be used in a reflective mode. For this purpose, the analyzer 13 (of, for example, a thin type) disposed behind the cell is adhesively fixed to a normal mirror. Light incident on the mirror is reflected or absorbed owing to the fact that the voltage is applied to the cell or not.

[0031]

The cell to which the invention is applied can be suitable for various applications. Since the coherence is maintained, the cell can be used as an element in a page constituting a

matrix for hologram memory. As well known, the above-mentioned type matrix has many (for example, 10^4) elements. Since the element becomes opaque or transparent to coherent light in accordance with a control, it can be used to write bits in the memory. Particularly, the device according to the invention can be used for addressing. For this purpose, liquid crystal is arranged between two plates having conductive coating that is divided into many pieces which are insulated from each other. In this instance, the orientation of the pieces on one plate is perpendicular to that of the pieces on the other plate. To address each element, a voltage can be applied to the pieces by proper connection.

[0032]

In addition to the above-mentioned special applications, the cell is generally used to modulate the intensity of light. In this case, a low control voltage is particularly favorable.

[0033]

Since a light beam can be allowed to disappear, as opposed to the D.S. cell, an electro-optical shutter can be formed. The orientation of the polarization plane of the plane-polarized light can be electronically controlled and modulated (for example, for polarization measurement). Furthermore, there is an application to a television and data processing (optical and electric signal recording).

[0034]

The device can also be applied to the manufacture of glasses having absorption controlled by the intensity of incident light.

Brief Description of the Drawings

Fig. 1 shows the model of liquid crystal having a helical structure; Fig. 2 shows an electro-optical device having light transmittance which can be successively controlled; Fig. 3 is a graph showing the dependence of light transmittance in the cell according to the embodiment of the invention on a voltage applied to a plate; and Fig. 4 is a graph showing the dependence of a rotation angle in the direction toward the polarization plane of plane-polarized light in the device shown in Fig. 2 on a voltage to be applied.

optical cell ... 11, plate ... 14 and 15, liquid crystal ... 16, polarizer ... 12, analyzer (polarizer) ... 13

[Fig. 3]

透過 : Transmittance

⑤ Int. Cl².

G 02 F 1/13//
G 09 F 9/00
C 09 K 3/34
G 02 B 5/30

⑤2日本分類

104 G 0
101 E 9
101 E 5
13 (9) C 0
104 A 6

①9日本国特許庁

①1特許出願公告

昭51-13666

特 許 公 報

④4公告 昭和51年(1976)5月1日

庁内整理番号 7348-23

発明の数 2

(全6頁)

1

⑤4光学セルおよび偏光制御方法

②1特 願 昭46-98257

②2出 願 昭46(1971)12月3日

公 開 昭47-11737

④3昭47(1972)6月10日

優先権主張 ③21970年12月4日③3スイス

国③117937/70

⑦2発 明 者 ウォルフガング・ヘルフリツヒ

スイス国テルビル・アレマンネン
シユトラーセ7

同 マルタン・シャット

スイス国アルレシヤム・マツト
ベーク26

⑦1出 願 人 エフ・ホフマン・ラ・ロシエ・ウ

ント・コンパニー・アクチエンゲ
ゼルシャフト

スイス国バーゼル・グレンツアヒ
エルシユトラーセ124-184

同 ビービーシー・アクチエンゲゼル

シャフト・ブラウンボベリ・ウン
ト・コンパニー

スイス国バーデン・ハーゼルシュ
トラーセ16

⑦4代 理 人 弁理士 浅村 皓 外3名

⑤7特許請求の範囲

1 2枚の板の間に液晶が配置され、該液晶はネマチック相および正の誘電異方性を示す物質から本質的に成つていて上記板に垂直な方向にらせん状構造を有しており、上記板は該板に隣接した上記液晶の分子に方位づけ効果を及ぼす表面構造を有しており、さらに上記液晶に電場を与える手段が設けられ、また入射光方向からみた上記液晶の前に1個そして後に1個の偏光子が配置されている電気光学装置。

2 2枚の板の間に液晶が配置され、該液晶はネ

マチック相および正の誘電異方性を示す物質から本質的に成つていて上記液晶内に上記板に垂直な方向にらせん状構造を与える光学活性物質が添加されており、上記板は該板に隣接した上記液晶の分子に方位づけ効果を及ぼす表面構造を有しており、さらに上記液晶に電場を与える手段が設けられ、また入射光方向からみた上記液晶の前に1個そして後に1個の偏光子が配置されている電気光学装置。

10 発明の詳細な説明

本発明は2枚の板の間に配置された液晶を有する光学セルであつてこのセルの光学活性は電場または磁場によつて制御可能である光学セルに関する。

15 いくつかの公知の光学装置は「動的散乱効果」(D.S.)(例えば、英国特許第1167486号参照)を用いている。このような公知の装置は、透明な板とネマチック材料より成る誘電体とを有するコンデンサを本質的に含んでいて、このコンデンサを通じて電流が流れ、その移動電荷担体がネマチック物質内に乱流を発生させる。ネマチック物質は光学的異方性を有するから、透明なコンデンサ板を通つて液晶に到達する光は乱流によつて散乱され、セルの透明度および(または)反射率25

「動的散乱効果」を用いる光学セルはセルの光学的一様性に関する要求が高度の場合には利用できない、何故なら液晶の乱流によつてこのような場合には問題が生ずるからである。さらに他の欠点として、散乱によつて入射光のコヒレンスおよび偏光が乱され、その結果、例えばレーザ光はコヒレンスおよび偏光の性質を失うことなしにD.S.セルによつて変調されることはできないことがある。臨界電圧が約6Vと比較的高いことやまた光散乱が飽和に達する電圧が約20Vと比較的高いことも、例えば電池作動のように、電力供給成分が小であることを要する多くの利用においては欠

3

点である。最後に、寿命はネマチック物質内のイオン輸送に当然密接に依存する。(すなわち、寿命はセルを通る電流の大きさに比例して短くなる)。

本発明の目的は上述の欠点をさけることにある。5 従つて本発明は、光学的に一樣でありかつ入射光のコヒレンスおよび偏光が保存される光学セルを得ることを目的とする。

本発明によれば、2枚の板の間に配置された液晶を有する光学セルであつて該セルの光学活性が10 電場または磁場によつて制御可能である光学セルにおいて、上記板の少くとも1枚は透明であり、上記液晶は上記板に垂直な方向にらせん状構造を有し、上記板の液晶に面した表面は壁方位づけられている光学セルが得られる。

板の「壁方位」とは、板に隣接した分子、すなわち液晶の境界層に方向づけの力を及ぼすある表面状態のことである。境界層内の分子は壁方位に平行な位置をとる。そのような壁方位は、例えば、圧縮綿で板の表面をまさつすることにより得られる。20

液晶は例えばネマチック化合物でつくられる。ネマチック液晶は、平行構造を有している、すなわち、影響を受けていない状態にあるときには、分子はたがい平行な優先方向にほぼ方位づけられている。

ネマチック液晶が同じ壁方位を有する2枚の板の間に置かれるとき、その結晶構造は壁方位に平行な優先方向をとつているものと仮定する。もし2枚の板を互いに回転させるとそれぞれの境界層は2枚の板のそれぞれの表面に接着する。その結果、両境界層の間にあるネマチック分子の方位は、壁方位の一つの方向から他の方向へ連続的に遷移するようなものになる。従つてネマチック分子は板に垂直な任意の線にそつてらせん状に方位を有することになる。

上記の種類のらせん状構造は、ネマチック液晶に少量のコレステリック液晶物質あるいは他の光学活性物質を添加することによつても得られる。コレステリック液晶は影響されていない状態においてもらせん状構造を有している。ネマチック液晶にコレステリック液晶を添加すると、後者は前者内にらせん状構造を「誘導」する。壁方位あるいはそれより結果する接着力が板の表面にらせん構造を固定させる。

4

らせん状構造を有する液晶は光学活性を有する。すなわち、該液晶を通過する平面偏光の偏光方向はらせん状結晶構造内の巻きに従つて変化する。

正の誘電位方性を有する液晶の光学活性は電場によつて制御可能である。もし液晶内で、らせん軸の方向(すなわち、板に垂直な方向)に十分に強い電場がつくられると、分子は、接着性の境界層を除いて、電場に平行な位置をとり、その結果、らせん状構造は破壊されて光学活性は消滅する。

10 電場が除されると、以前の構造が回復される。

本発明が容易に理解されるように、本発明の実施例を添付の図面を参照して詳細に説明する。

第1図は、らせん状構造を有する液晶の各種の層の方位を図式的に示す。らせん状構造は、液晶

15 をはさんでいる2枚の板(図示せず)の壁方位によつてつくられるか、あるいはコレステリック化合物を添加することによつて誘導される。境界層1はy方向に方位を与えられているが、境界層2はz方向に方位を与えられている。両境界層の間15の任意の与えられた面3においては、方位は、境界層からの距離に依存して、y方向とz方向との間の角度にある。

第2図は、偏光子12と該偏光子12に平行な検光子13との間に置かれた電気光学セル11を25 有する透過を連続的に制御する電気光学装置を示す。セル11は平板コンデンサであり、互いにある距離をおいて配置された2枚の平行板あるいは電極14、15と上記板の間の誘電体16とを有している。

誘電体16は正の誘電異方性(すなわち、分子の縦方向軸にそつた誘電率がそれに垂直な方向における誘電率より大である、 $\epsilon_{11} > \epsilon_{\perp}$)を有するネマチック液晶より成る。

電極14、15はガラス板から成り、該ガラス35の液晶に隣接した表面は S_nO_2 で被覆されている。 S_nO_2 表面は、境界層内の液晶分子が電極面に平行な縦方向軸を有するような優先方向に方位づけられるように処理される。

セル11が組立てられるとき、電極14、1540の優先方向が互いに回転させると、境界層内の液晶の分子は電極の優先方向に方位を与えられ両境界層の間内のネマチック分子は電極14の境界層内の優先方向から電極15の境界層内の優先方向へ連続的遷移がなされるように方位が与えられ

ている。液晶の分子は電極に垂直な任意の与えられた線にそつてらせん状に方位が与えられていることになる。

例えば電極14を通つて進行する該電極の優先方向に平行に偏光した平面偏光光の偏光方向は、ネマチック分子の方位に従つて変化し、電極15を通つてセル11の外にでるときには電極15の優先方向に一致することがわかつた。電極14、15の優先方向を互いに 90° （壁方位が交さず）回転させると、入射光の偏光方向は 90° 回転する。

セル11は偏光子12と検光子13との間に置かれているから、偏光子12に隣接した電極14の優先方向は偏光子12の偏光方向に平行である。従つて、もしセル内の壁方位が交さしていると、電極15の優先方向は検光子13の偏光方向に垂直である。従つて、光源17から偏光子12をへて進行する光は、図示のz座標の方向に偏光され、電極14を通つて液晶16内に進行し、該液晶を通る路程上でy方向に連続的に回転し、電極15をへてセル11を出るが、z方向に方位を与えられている検光子15を通過しない。従つて、観測者18には光源17からのいかなる光も見えない。

他方、もし検光子18が偏光子12に対して 90° 回転されていると、光源17からの光は観測者18に到達する。

もし電極14、15に電圧が印加されると、すなわち、電極に垂直な電場が液晶内につくられると、 $\epsilon_{11} > \epsilon_{\perp}$ であるから、トルクがネマチック分子に作用して該分子の縦方向軸を電場の方向に移動させようとする。電極の電圧が増大すると、方位は次第に電場ベクトルの方向に近づき、遂に、電圧が十分に高くなると實際上電場ベクトルに平行になる。同時に、らせん状構造は消滅して液晶の光学活性もまた實際上消滅する。その場合、電極14をへて入る偏光光はその偏光方向になんらの変化もなしにセル11を出る。電圧が除去された後は、液晶のらせん状構造は壁方位によつて回復される。

特定の実施例での印加電圧に依存した回転角が第4図に示されている。電圧が印加されない場合の回転角は 90° である。液晶を横切つて印加する電圧を増していくと、回転角は約4Vまでは変わらないがその後約7Vでほとんど 0° に達するまで連続的に減少する。

もし電圧が、偏光子12の偏光面と検光子13の偏光面とが平行な第2図の装置の電極に印加されると、偏光光は、電圧の強さに依存して、部分的あるいは完全に透過される。もし偏光子と検光子とが交さしていれば電圧が十分に高ければ、光源19からの光は観測者18に到達しない。

第3図は、偏光子の偏光方向と検光子の偏光方向とが平行である上述の種類の装置の光透過の電極印加電圧に対する依存性を示す。電圧が印加されないとき透過はほぼ零であることがわかる。電圧が増大すると、透過は最初はほぼ零のままであるが、やがて分極現象に依存して、ある臨界電圧に達する。臨界電圧を越えると、透過は連続的に増大し、やがて飽和の形に達する。

光学活性は直流電圧あるいは交流電圧のいずれによつても制御可能である。好ましい作動の方法は応用に依存する。交流電圧作動を用いると、分極現象がさけられるから臨界電圧は特に低い。第3図に示した曲線は、約80 KHzにいたるまでの周波数には依存しない。

装置に用いられた液晶はN(4'-エソキシベンジリデン)-4-アミノベンゾニトリル(PEBAB)よりつくられている。勿論、正の異方性、すなわち、 $\epsilon_{11} > \epsilon_{\perp}$ である他の任意のネマチック物質を用いることによつてほぼ同様の結果が得られる。セル内では、電極面は約4cm²の面積を有する。液晶の厚さは10-100μである。

上述の装置を用いて得られた以下の結果によつて、本発明の実施例であるセルの「動的散乱効果」に基いた対応の電気光学セルに対する優越性が明確に示される。

入射光の偏光は実際上不変のままにすることができるから、本発明を実施したセルは、例えばレーザ光の変調にも適する。電気光学的效果が起る臨界電圧は、交流電圧に対しては約1V、直流電圧に対しては約2.5Vである。飽和電圧は直流電圧および交流電圧に対して約4Vである。直流作動に対する電圧消費はD.S.セルよりも非常に低い。最後に、寿命は電荷担体の輸送が低いために極めて長い。

各種の有効な効果を得るために多くの設計変更を行い得る。例えば、2個の偏光子と共にセル11内に着色液晶を用いて、電圧が印加されないときには不透明、電圧が印加されたときには一色

7

に対してのみ透明である装置をつくることができる。逆の効果も勿論得られる。遷移領域においては、黒とその選ばれた着色との間の対応の陰影がある。

セル11はまた反射モードでも用い得る。この目的のためには、セルの後に置かれた検電子13（例えば薄膜の形の）は通常の鏡に接着的に固定される。鏡に入射する光は電圧がセルに印加されるかどうか依存して反射されるかあるいは吸収される。

本発明を実施したセルは多くの応用に適する。コヒレンスが維持されるから、セルはホログラム記憶用のマトリックスを構成するページ内の素子として用い得る。公知のように上述の種類のマトリックスは多数（例えば10⁴）の素子を有しているが、該素子は、制御に依存して、コヒレント光に対して不透明あるいは透明となるから該記憶内にビットを書くのに用いられ得る。特に、本発明による装置はアドレッシングに用いられ得る。この目的のためには、多数の互いに絶縁された細片に分割された伝導性被覆を有する2枚の板の間に液晶を配置する。その際、一方の板上の細片の方向は他方の板上の細片の方向と垂直である。個々の素子がアドレスされるように適当な接続によつて細片に電圧を印加することできる。

上述の特殊な応用に加えて、セルは一般に光の強度を変調するのに用いられる。この場合には低い制御電圧が特に有利である。

光ビームを消滅させることができるから、D.S.セルとは対称的に、電気光学的シャッタをつくる

8

ことができる。平面偏光光の偏光面の方向が電子的に制御および変調され得る（例えば、偏光計測用に）。さらに、テレビジョンやデータ処理（光学および電気的信号の記録）に対する応用がある。

本装置は、入射光の強度によつて制御される吸収を有する眼鏡の製造にも応用可能である。

図面の簡単な説明

第1図は、らせん構造を有する液晶の模型、第2図は、連続的に制御可能な光透過を有する電気光学的装置、第3図は、本発明の実施例であるセル内の光透過の板への印加電圧に対する依存性を示すグラフ、第4図は、第2図に示した装置の平面偏光の偏光面の方向の回転角の印加電圧に対する依存性を示すグラフである。

光学セル……11、板……14、15、液晶……16、偏光子……12、検光子（偏光子）……13。

⑤引用文献

米国特許 3499702

Electro-Technology 1970年1月号
第41～50頁

25 Applied Physics Letters 13〔5〕
第91～92頁（1968年）

IBM Technical Disclosure Bulletin
13〔5〕第1211～1212頁（1970年）

Chemical Physics Letters 3〔7〕
30 第540～541頁（1969年）

電子
計測
光
があ
る吸

第
電気
るセ
性を
の平
対す

晶...

月号
|
tin
]

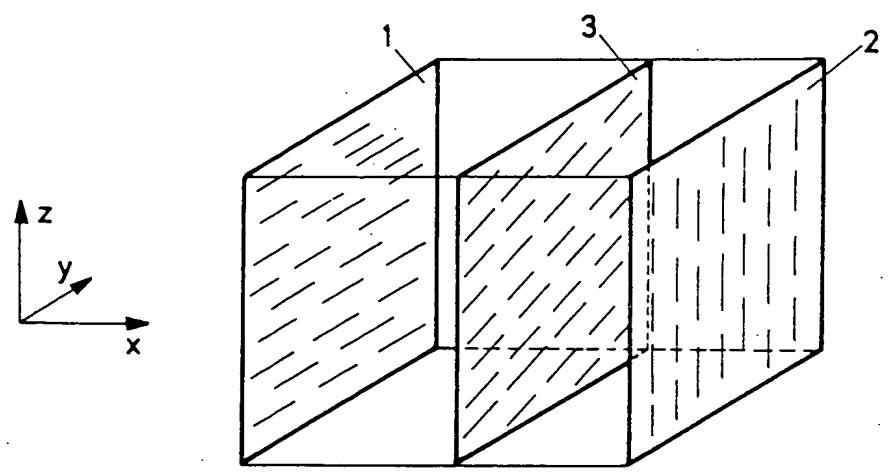


Fig.1

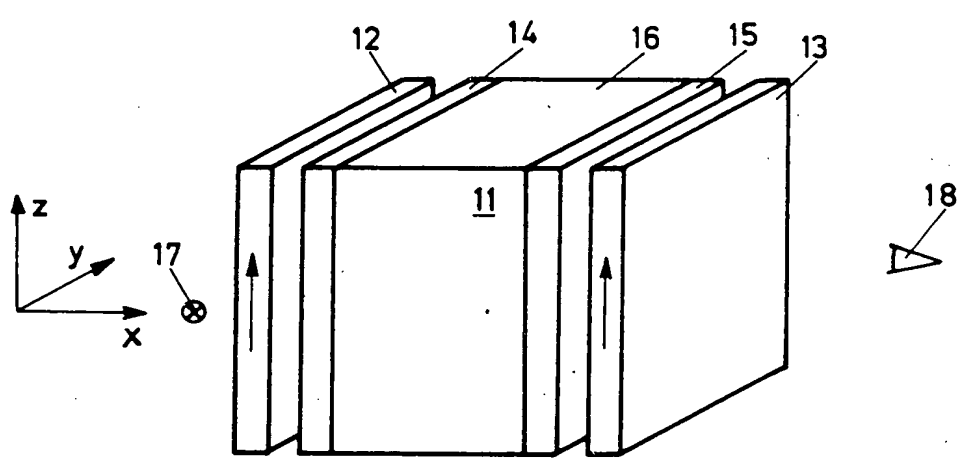
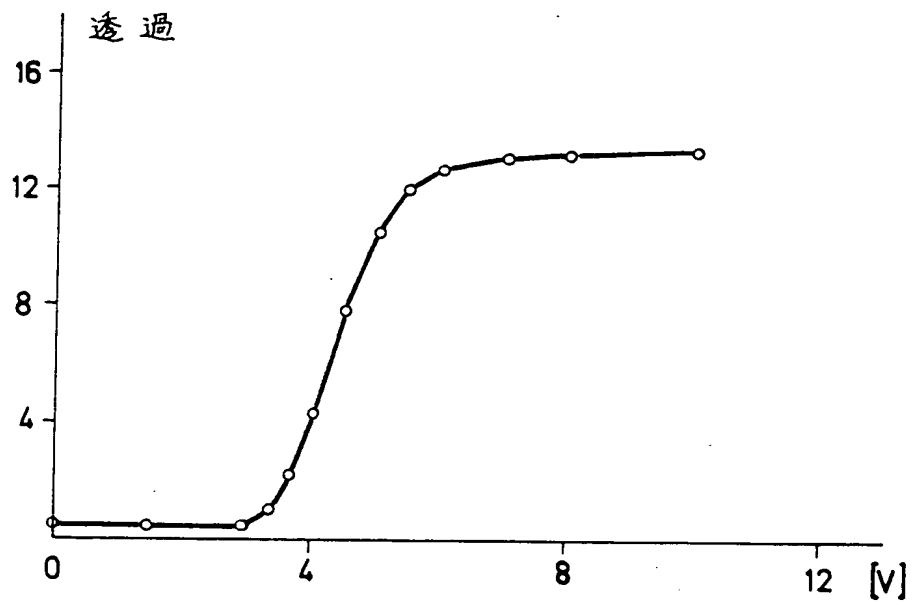


Fig.2

Fig. 3Fig. 4